

STRUCTURES GÉOLOGIQUES DANS LES RACINES HELVÉTIQUES ENTRE LA VALLÉE DU RHÔNE ET CELLE DE LA DRANCE

par Marcel Burri ¹

Historique

Notre société ayant été se balader dans cette région pour son excursion de printemps, il m'a paru intéressant de revenir sur quelques-unes des structures que nous avons pu y admirer. Ce petit article a pour but de montrer les méthodes utilisées sur le terrain pour tenter de débrouiller la géométrie des assises géologiques.

Cette région, topographiquement caractérisée par une large croupe séparant les deux vallées, est attribuée au domaine helvétique. Il s'agit de formations calcaires, marneuses et gréseuses qui constituent une série de grandes nappes sur l'avant-pays alpin (région des Dents du Midi, de Morcles, etc.). Elles étaient la couverture sédimentaire de massifs cristallins du même genre que le massif du Mont-Blanc. Ce dernier affleure dans notre région, formant la montagne du Mont-Chemin jusqu'au col des Planches; il porte une couverture sédimentaire dite autochtone puisqu'elle est restée solidaire de son socle. Mais en arrière de cette couverture, les assises sédimentaires ont formé des nappes, alors que les socles étaient engloutis; comme ici il s'agit de la région d'où sont sorties les grandes nappes helvétiques, elle est désignée par le terme de zone des racines helvétiques.

La région a été décrite une première fois par TRÜMPY en 1951. Il en a reconnu la stratigraphie de détail et dessiné les grandes lignes tectoniques. Ses élèves ont ensuite amélioré les connaissances de la zone par l'étude de son prolongement méridional (GRASMÜCK 1961) et par une description très méticuleuse du versant rhodanien du massif (STALDER 1965).

¹ Le Chatel, 1880 Bex.

Préparant avec L. JEMLIN les documents de la feuille Sembrancher de la carte géologique de la Suisse au 1:25 000 qui est actuellement sous presse, j'ai été conduit à intégrer à ces premiers levés des données récentes fournies principalement par l'ouverture de routes nouvelles qui créent des affleurements frais. De plus, la carte topographique au 1:10 000 est actuellement disponible: c'est un incomparable instrument de travail.

Stratigraphie

Il n'a pas été possible d'améliorer les données stratigraphiques de TRÜMPY, excellent connaisseur de ces faciès de l'Helvétique. Je me contenterai donc de résumer cette stratigraphie:

- Le Trias, transgressif sur le cristallin, débute par des arkoses et des grès quartzitiques, surmontés de gypse et de cornieule. Il se poursuit par des calcaires gréseux, devenant dolomitiques vers le haut, avant de passer à des cornieules. Il se termine par une dolomie grise très pure.
- Le Rhétien est marneux et schisteux, reconnaissable grâce à la présence de niveaux lumachelliques.
- Le Lias inférieur comprend des schistes et des calcschistes, des schistes gréseux, alors que la partie supérieure du Lias est caractérisée par des grès échinodermiques très durs. Les «dalles de Sembrancher» sont des grès presque quartzitiques qui n'ont pas livré de fossiles; elles sont attribuées au Lias supérieur.
- L'Aalénien est fait de schistes argileux noirs à rognons de quartz et de calcite, devenant un peu gréseux vers le haut.
- Le Bajocien est calcaire, un peu marneux, spathique ou gréseux, souvent feuilleté et satiné dans les unités les plus internes, prenant le facies dit des «schistes mordorés».
- Le Callovo-Oxfordien est particulièrement bien représenté dans les unités internes, sous forme de schistes argileux noirs et non gréseux, un peu calcaires vers le haut.
- Le Malm débute par des calcaires marneux et plaquetés, localement noduleux, attribués à l'Argovien, et se termine par des calcaires fins, bleus à la cassure et gris à la patine. Il est souvent transformé en marbre dans les unités internes.
- La présence de Valanginien n'est pas démontrée. S'il existe, c'est sous forme de calcaires marneux coiffant le Malm de la première unité.

Données tectoniques

1. Les éléments observables

Si les recherches stratigraphiques ont marqué le pas depuis les années 50, tel n'est pas le cas de la tectonique qui a fait de grands progrès. La prise de conscience la plus remarquable porte sur le fait que les roches ont souvent subi plusieurs phases de plissement. Le géologue tente actuellement de reconstituer la succession de ces plissements, leur importance réciproque, les conditions dans lesquelles

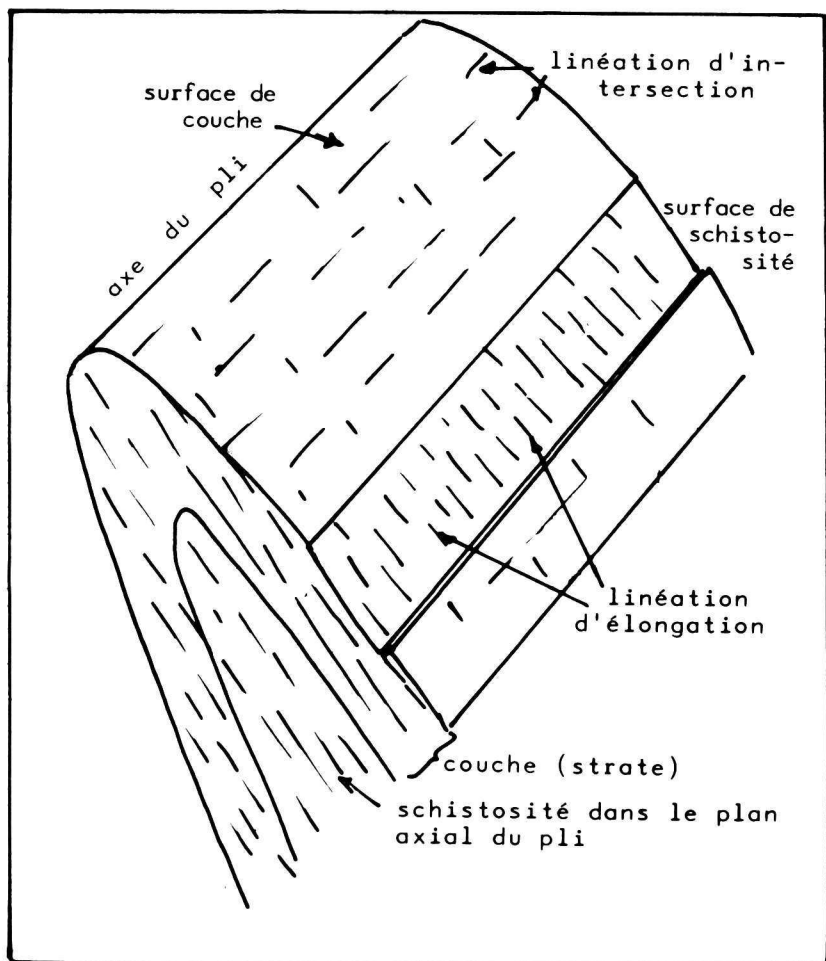


Fig. 1. Relations géométriques entre les différents éléments d'un pli.

ils se sont produits. Mais le but poursuivi est toujours le même: comprendre l'histoire d'une région, d'une chaîne de montagne; ce qui a changé, c'est le nombre d'éléments utilisés pour cet exercice.

Sont, en effet, utilisés à cette fin: le style des plis, l'orientation de leurs axes, la disposition de leurs plans axiaux, la géométrie des linéations. Ces dernières peuvent soit résulter du flux de la matière en voie de déformation, soit provenir de l'intersection entre la schistosité et les couches (fig. 1). En utilisant ces divers éléments tous observables directement, en prenant en compte leur superposition et leurs relations chronologiques, on arrive à une image très complexe. A cause de sa complexité même, elle est rébarbative et de loin pas aussi satisfaisante pour l'esprit que les coupes simples élaborées au début de ce siècle. Mais elle est certainement plus proche de la réalité.

Il reste que les grandes subdivisions, introduites à partir du groupement de couches qui ont subi la même histoire est tout à fait valable. C'est ce qu'avait fait TRÜMPY (1952) et les subdivisions qu'il a introduites sont tellement fondamentales qu'elles ont pu être suivies jusque dans la couverture du massif du Pelvoux (ANTOINE et LANDRY 1976).

2. Données des régions voisines

Le travail de pionnier de PLESSMANN et WUNTERLICH (1961) a servi à attirer l'attention sur le fait que tous les plis n'étaient pas obligatoirement orientés parallèlement à la chaîne, soit de direction NNE à NE. BADOUX (1965) amorçait des études de détail dans la nappe du Wildhorn, études qu'il allait poursuivre dans la couverture des Aiguilles Rouges (1970) puis dans la nappe de Morcles (1968 et 1972).

Dans la couverture orientale du Mont-Blanc, donc dans le prolongement méridional de la région qui nous intéresse, AYRTON et BADOUX (1966) puis AYRTON seul (1969) se penchèrent sur le problème des déformations. AYRTON (1980) analyse en détail les structures du synclinal de Martigny-Chamonix.

Suivant cet auteur, trois phases de déformation sont reconnaissables au SE du Mont-Blanc:

- Lors de la première phase une forte linéation apparaît. Elle correspond à une orientation minérale. C'est donc une linéation

d'étirement. Elle est orientée suivant la ligne de plus grande pente des couches, soit inclinée à l'ESE (env. 50° vers 120° à 130°). Les plis qui lui sont associés sont inconnus.

- Au cours d'une seconde phase naissent des plis isoclinaux à charnières très aiguës dont les axes plongent de 15° à 35° vers le NNE.
- La dernière phase voit se développer des plis en chevron, des «kink bands» et autres structures plus ou moins cassantes.

MASSON (1980) commence à publier les résultats de ses minutieuses recherches dans la zone des racines helvétiques sur la rive droite du Rhône, dans la région d'Ardon, soit dans le prolongement septentrional de notre région. Il note aussi trois phases de plissement, mais qui ne sont peut-être pas les mêmes que celles décrites par AYRTON:

- Les grands plis de l'Helvétique apparaissent lors de la première phase. C'est alors que s'individualise le synclinal de raccord entre les nappes des Diablerets et du Wildhorn.
- Les plis de la deuxième phase sont encore isoclinaux; le clivage axial qui accompagne ces plis peut localement devenir la structure dominante. Des figures de doubles plissements sont visibles dans le versant gauche de la vallée de la Lizerne (GENOUD 1978).
- Les plis de la troisième phase ne correspondent à des structures majeures que dans la partie méridionale. Le clivage qui apparaît est un clivage de crénulation.

A noter encore que cet auteur rattache tous ces terrains au domaine helvétique, y compris les zones les plus internes classiquement considérées comme ultrahelvétiques.

Description du massif

TRÜMPY (1951) a subdivisé la zone en une série d'écailles normales relativement minces. C'est la présence du Malm qui permet l'individualisation de ces écaïlles. Ainsi, sur ses coupes, une série de lames de calcaires du Malm sont séparées par des zones schisteuses. La première paroi appartient à la couverture du Mont-Blanc. Dans les écaïlles suivantes, le Malm se fait plus mince (sauf dans le rocher de la Crevasse) et, dans les écaïlles les plus internes, le Malm fait défaut: elles comprennent essentiellement des calcschistes plus ou moins gréseux du Lias et du Dogger. C'est la région du Levron-col du

Lin-Arbarey où la topographie est douce: faute de Malm, il n'y a pas de parois, mais des prairies dans des zones plutôt déprimées.

Les coupes géologiques dessinées par TRÜMPY révèlent quelques faits curieux. D'abord de nombreuses parois de Malm s'amincissent vers le bas; c'est le cas de la dalle du rocher de la Crevasse et de presque toutes les lames qui affleurent entre le col du Tronc et celui du Lin. Ensuite, il y a un fort épaississement du Lias siliceux (celui où sont ouvertes les carrières des dalles de Sembrancher) au niveau de la crête, dans la région du sommet d'Econdu. Ces variations d'épaisseur des diverses unités entre les zones basses et les zones élevées se traduisent de manière générale par un important épaississement apparent de toute la zone (voir la carte, fig. 6).



Fig. 2. Relations entre les 3 phases de plissements dans le deuxième affleurement le long de la route montant par le fond de la combe située au-dessus du village du Levron.

1. Les petites structures

Il n'est pas difficile de retrouver dans notre massif les 3 phases de plissement décrites dans les régions voisines. Il y a même un affleurement qui montre, sur environ 1 mètre carré les trois plissements juxtaposés: il se trouve le long de la route qui passe derrière le Levron, dans le Dogger (fig. 2):

- La structure la plus jeune possède un plan axial presque vertical recoupant toutes les structures plus anciennes et donnant naissance à une sorte de pli en chevron (à droite sur la figure).
- Le pli qui est particulièrement bien visible appartient à une phase de plissement intermédiaire. Il est de style plus ou moins concentrique avec un clivage axial qui devient très intense dans les niveaux schisteux, au point de masquer totalement la stratification (par exemple, vers le bas de l'image).
- La plus ancienne phase de déformation ne se traduit que par de tout petits plis visibles à l'intérieur d'une seule couche (à droite du manche du marteau). Leur plan axial est parallèle à la schistosité dont il est probablement contemporain.

Quel est le rôle de chacune de ces phases de plissement dans la structure générale du massif?

Pour répondre à cette question, il faut commencer par dresser l'inventaire de ces plis et de leurs variations.

a) La phase la plus ancienne

Les plis attribuables à la première phase de déformation sont rares. Il faut chercher des plis très similaires dont le plan axial soit parallèle à la schistosité. Il est possible d'en observer quelques-uns dans les carrières de dalles (fig. 3) où l'alternance de niveaux centimétriques plus calcaires ou plus gréseux permet de très bonnes images; encore faut-il choisir des surfaces ayant déjà subi une certaine altération qui met les niveaux gréseux en relief. Près des carrières de l'Arbarey, j'ai observé un tel pli qui dépassait 5 m de longueur sans que le total des 2 flancs atteigne 10 cm d'épaisseur: c'est dire à quel point ils sont étirés.

Il est presque toujours impossible de mesurer l'axe de ces plis. Les tout petits plis de la fig. 2 plongent d'environ 50° vers l'ESE, plongent donc dans la ligne de plus grande pente des couches. Autrement dit,

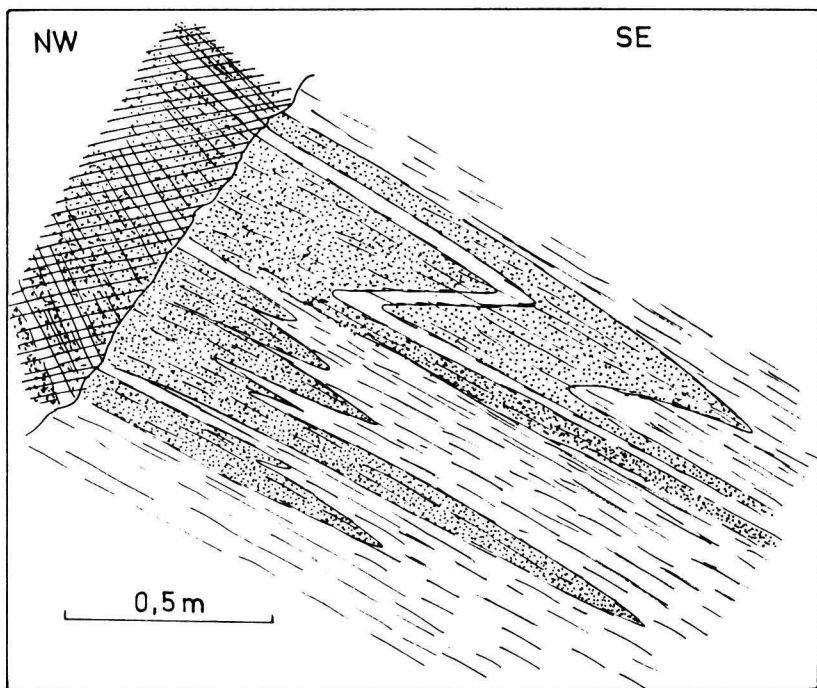


Fig. 3. Petits plis fortement étirés, probablement de la première phase de déformation. Carrière de dalles au-dessus de Sembrancher au niveau de la Vallée.

leur axe est perpendiculaire aux grandes structures de la région qui courent SSW-NNE. La chose peut paraître surprenante, mais elle a déjà été décrite et expliquée par AYRTON (1980) qui a eu affaire au même phénomène dans le synclinal de Martigny-Chamonix: en réalité les plis devraient bien être parallèles à la chaîne, mais la déformation a atteint une telle intensité que ces plis ont été réorientés et étirés perpendiculairement à leur direction initiale.

Lors de cette déformation si intense, l'étirement s'est traduit par la naissance d'une linéation qui, elle, est très bien enregistrée par les roches. Dans les schistes, dans les calcaires du Malm (fig. 4), dans les grès du Lias, partout cette linéation est présente. Mais elle semble absente dans la couverture autochtone et très faiblement marquée dans toute la partie septentrionale du terrain: sans doute approche-t-on d'une région où les déformations ont été moins intenses. MASSON (1980) ne signale pas la présence de cette linéation qui est, ici, toujours inclinée d'environ 60° vers 120° (ESE).

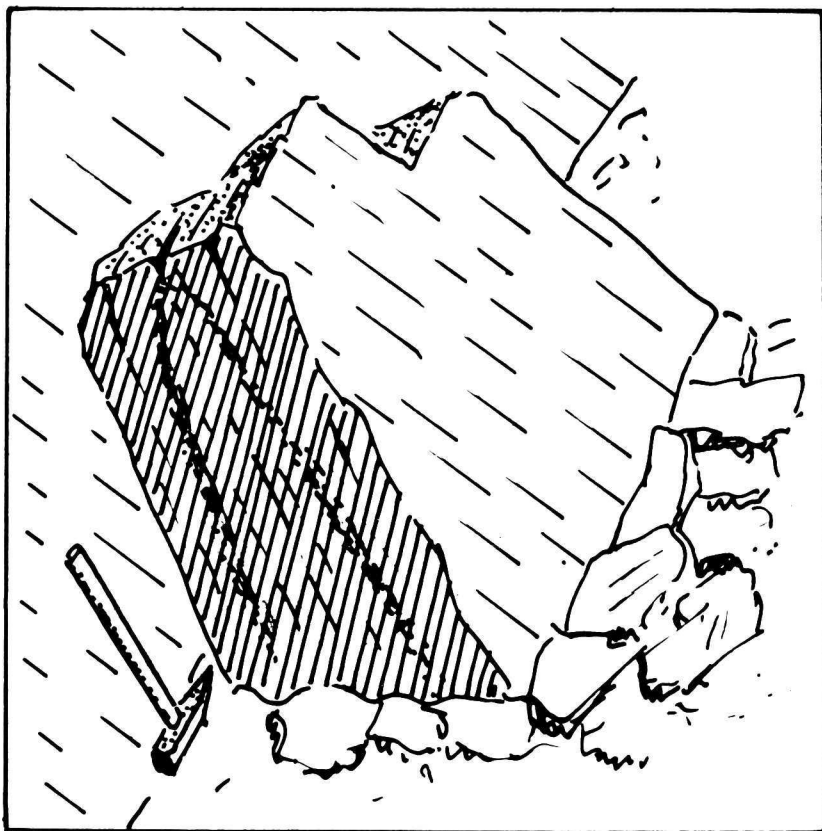


Fig. 4. Linéation d'élongation dans le Malm. Dernier virage de la route avant d'arriver au col du Tronc.

b) La phase intermédiaire

C'est elle qui donne lieu aux plus grandes difficultés et, probablement à des erreurs d'interprétation. Les plis qui prennent naissance sont très divers quant à leur style et quant à leur orientation. Il n'est donc pas exclu que j'aie attribué à cette phase des plis de plusieurs générations.

Le style des plis varie, le plus souvent en fonction de la lithologie, quelquefois sans raison apparente. Une petite route forestière en cul-de-sac partant de la route Levron-Lin recoupe le Lias. On peut y voir de très beaux plis de quelques centimètres passant du style parfaitement concentrique à un style fortement isoclinal sur moins de 1 mètre! Par place il n'y a pas le moindre clivage au plan axial, en

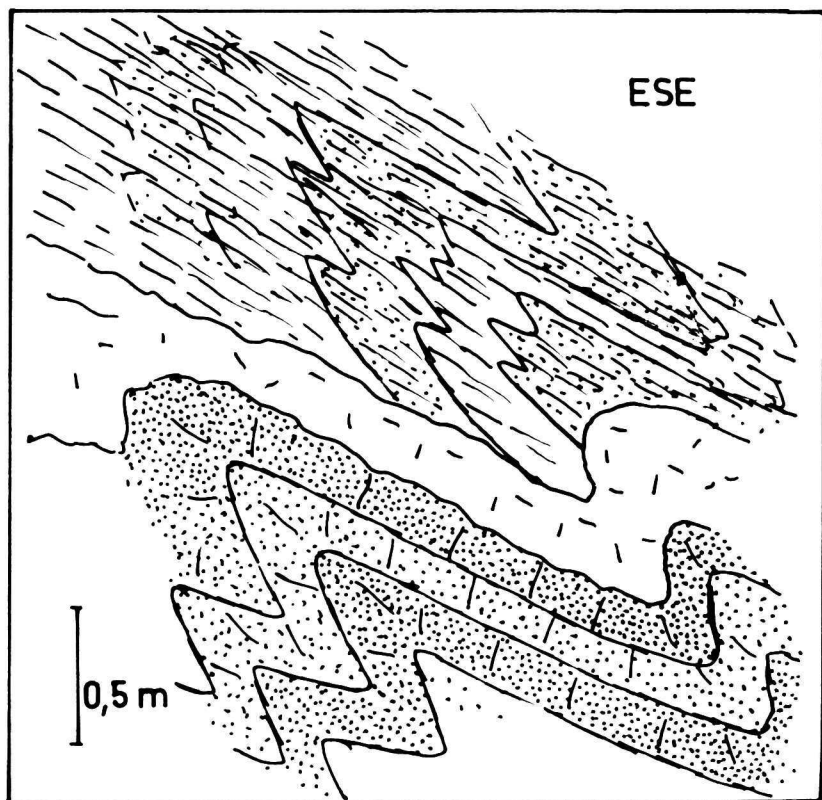


Fig. 5. Petits plis de la deuxième phase de déformation. Ils sont dépourvus de clivage axial dans les niveaux durs tels que les calcaires et les grès (en bas) et accompagnés d'un clivage qui peut devenir l'élément dominant dans les assises plus marneuses (en haut).

d'autres endroits il existe un grossier clivage de crénulation, ailleurs encore le clivage est tellement serré qu'il devient la structure la plus apparente. La figure 5 montre une de ces variations de style liée à la lithologie: il n'y a pas de clivage dans les grès, alors que dans les parties schisteuses, il est bien développé.

Le style ne semble donc pas être un critère de définition facile. Il en est de même de la direction des axes de ces plis. Dans la partie méridionale, ces plis plongent vers le S de 30° avec une grande régularité. La tendance est déjà renversée sur les crêtes où les plis plongent faiblement vers le NNE. A l'altitude de l'Arbarey, leur inclinaison atteint 40° et ils plongent franchement au NE.

D'une manière très générale, ces plis résultent d'un charriage des parties élevées vers le NW, ce qui est normal. Les vergences relèvent de flancs normaux, sauf dans la barre inférieure du Lias de l'Arbarey où toutes les vergences sont inverses.

Le clivage axial étant bien développé, ces plis s'accompagnent d'une forte linéation d'intersection qui tend souvent à effacer la linéation précédente. Elle est tout particulièrement spectaculaire dans les parois qui dominent l'ancien chemin du Levron au Pas du Lin: même vues de loin, ces parois apparaissent comme striées de fines lignes inclinées vers l'aval. C'est cette linéation, encore mieux visible de près et dont les relations avec les plis sont en maints endroits parfaitement démontrables.

c) La phase la plus jeune

Les plis de cette dernière phase ne nous retiendront pas, parce qu'ils semblent ne correspondre à aucune déformation majeure. Ce sont de petits plis de style relativement cassant, pouvant donner naissance à une sorte de clivage grossier (fig. 2). Leurs plans axiaux semblent en général plus raides que les clivages et schistosités antécédents. Les axes de ces petits plis plongent vers le NE.

Dans la partie septentrionale, au-dessus de Saxon, le style de ces plis semble se faire plus souple, du moins observe-t-on quelques plis concentriques largement ouverts et qui sont des plis tardifs.

2. *Les grandes structures*

Les grandes structures sont données par la carte géologique (fig. 6), qui est un document nécessitant une interprétation. Ce sont les petites structures qui vont nous conduire dans cette interprétation; aussi, pour commencer, ces dernières sont-elles groupées sur un schéma topographique et même assemblées sur une projection stéréographique. Ces deux types de représentation (fig. 7) montrent une assez grande constance quant à la linéation de première phase et la variation systématique des axes de deuxième phase: ils plongent au S dans la partie méridionale du terrain étudié, et au NE dans sa partie septentrionale. Nous utiliserons cette information pour projeter les plis lors de l'établissement de la coupe (fig. 9).

Il y a une autre donnée fondamentale pour comprendre la carte. Le Malm est ici la couche la plus jeune: il occupe donc une position

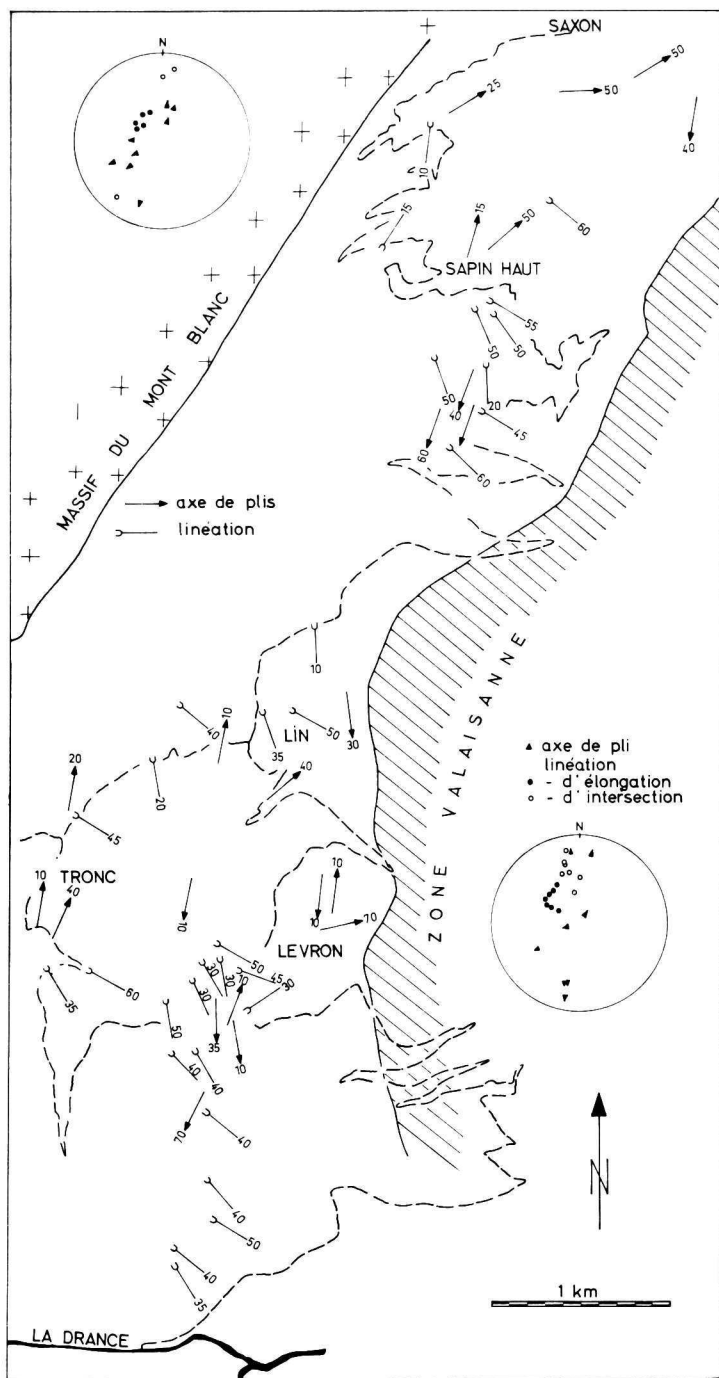


Fig. 7. Carte des éléments géométriques des petites structures. Les projections stéréographiques de ces éléments sont faites sur l'hémisphère supérieure.

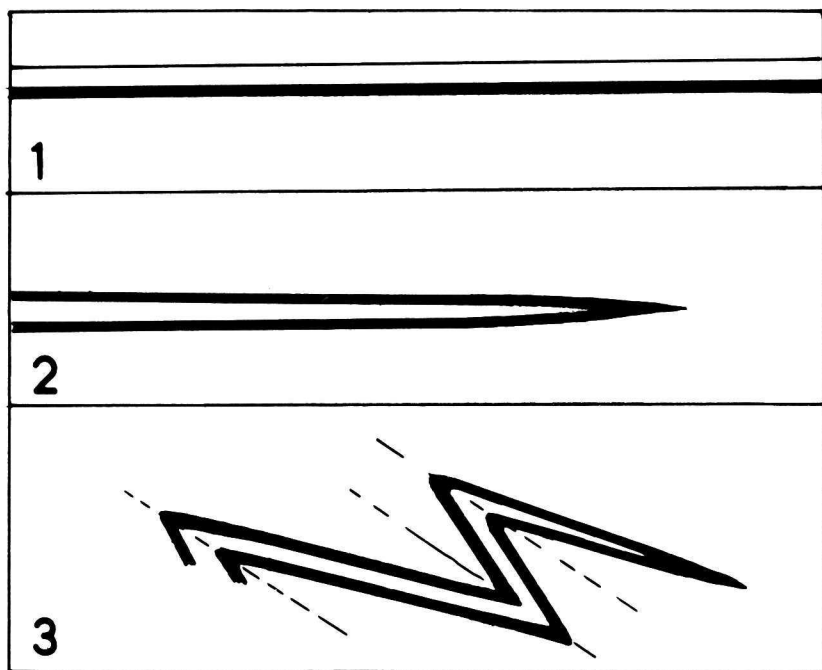


Fig. 8. Schéma des plissements. 1: ensemble de 2 couches dans leur position initiale. 2: naissance d'un synclinal très étroit. 3: plissement de ce synclinal.

synclinal; or il y a des couches plus anciennes au-dessous et au-dessus du Malm, même dans les plis les plus complexes. Donc ces plis complexes affectent un Malm qui est déjà en position synclinal. La naissance du synclinal pourrait dater de la première phase et les plis complexes, de la phase suivante (fig. 8).

A partir de ces prémisses, regardons les éléments principaux de la carte et de la coupe qui l'accompagne (fig. 9).

- Une première série allant du Trias au Malm et peut-être au Crétacé repose sur le socle Mt-Blanc. Elle est considérée comme autochtone, bien qu'ayant subi quelques plissements déjà dessinés par TRÜMPY et repris en détail par STALDER.
- La deuxième écaïlle ne comporte que l'Oxfordien et du Malm. Elle se suit dans le versant rhodanien grâce à la petite vire des schistes oxfordiens qui séparent les deux parois calcaires. Cette unité est encore considérée comme parautochtone par TRÜMPY.

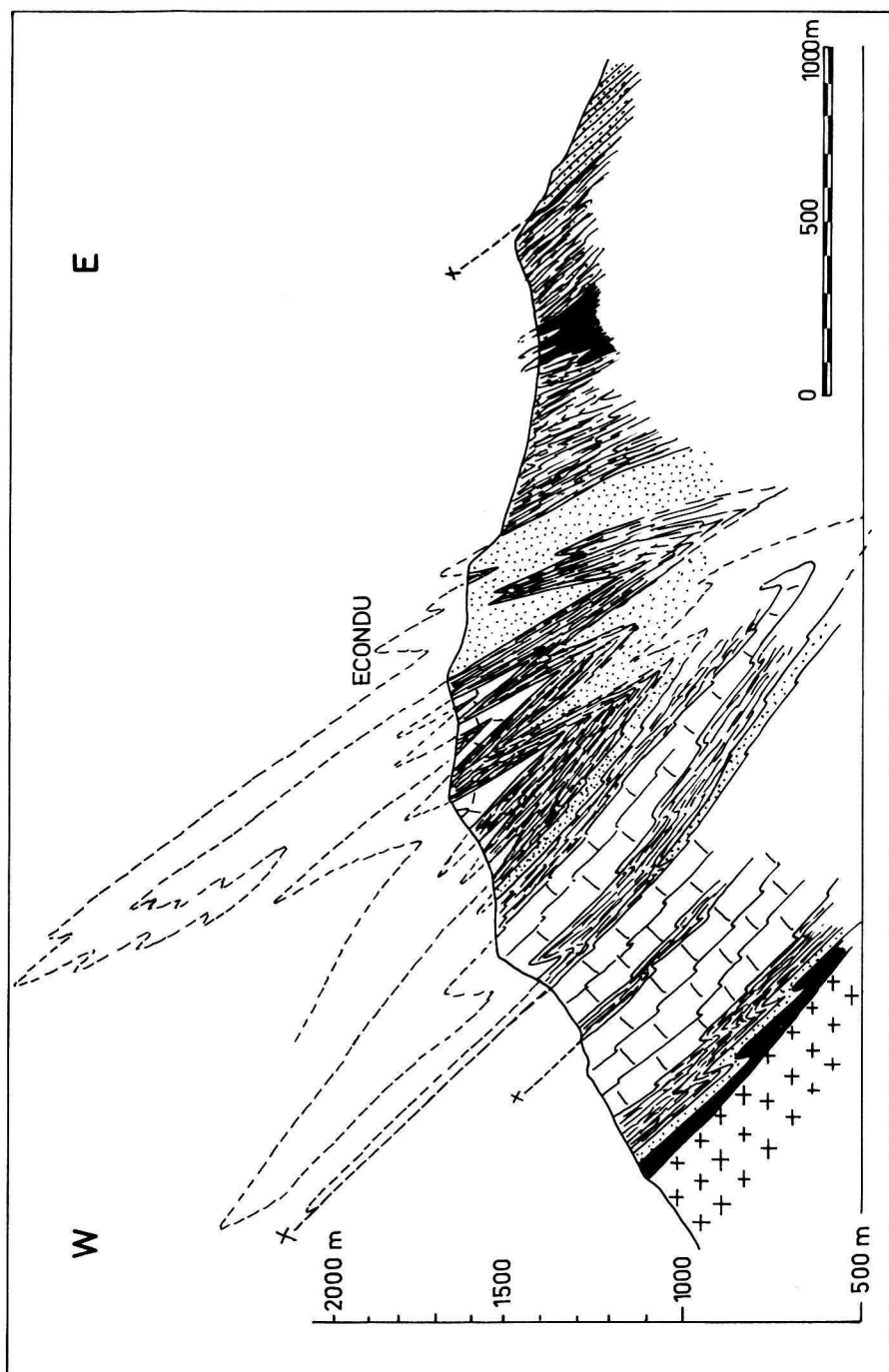


Fig. 9. Coupe géologique générale.

- Les choses se compliquent à partir de la troisième écaïlle dont le Malm détermine le rocher de la Crevasse. Elle est assez complète puisque le Lias, à sa base, dessine une tête anticlinale notée par TRÜMPY. Le Malm s'amincit au-dessus de Sembrancher: il doit s'agir du fond d'un synclinal de la première phase. En direction de la vallée du Rhône, le Malm semble dessiner un gros pli au col du Tronc; sa charnière n'est pas visible, mais il redescend le Malm dans le versant où il se suit en paroi presque continue jusqu'à Saxon.
- Au-dessus de ce Malm, un anticlinal de schistes du Lias et du Dogger s'enneioie avant d'atteindre la plaine. Il s'agit d'un pli de première phase dont le cœur est occupé par du Lias affleurant dans la région du col du Tronc et sur le rocher de la Crevasse. On ne sait pas trop comment projeter la fermeture de ce pli dont l'axe est inconnu: il pourrait être perpendiculaire à la chaîne comme ceux du synclinal de Martigny-Chamonix.
- La barre de Malm qui forme le flanc oriental de cet anticlinal arrive au-dessus du col du Tronc où elle se divise en une série de lames (il y en a 7 le long de la route) séparées par des schistes. Cette répétition semble due à des plis de deuxième phase. L'une des têtes de plis plus importante que les autres détermine la paroi qui va mourir à Sapin-Haut. Sur la coupe, elle a été construite en tenant compte des inclinaisons assez fortes (30-40°) des plis de deuxième phase dans cette partie du terrain.
- Ces mêmes plis sont visibles dans le versant de la vallée de Bagnes vers 1000 m d'altitude; s'ils ne sont pas rapidement sortis en l'air, c'est que l'inclinaison des axes de plis s'est modifiée et qu'ils plongent ici vers le S.
- Ces lames de Malm finissent par disparaître en direction des unités plus internes: le fond d'un synclinal de première phase a été atteint. Il est probable que cette terminaison est visible près de la fontaine de l'alpage du Tronc où s'effilochent deux fines lames de calcaire qui n'ont plus que quelques décimètres d'épaisseur.
- En continuant vers l'arrière, on arrive dans les grands affleurements de Lias, entre autre dans la bande de calcaire siliceux où les carrières de dalles sont ouvertes. A l'altitude du Levrone, plusieurs lames disparaissent vers le bas: ce sont des plis dont les têtes plongeant d'environ 30° vers le S, descendent plus rapidement que la surface topographique. A l'autre extrémité, entre Sapin-Haut et l'Arbarey, le Lias est double et la bande de Sapin-

Haut montre des petits plis de flanc renversé: elle a été interprétée comme la tête d'un anticlinal de première phase reprise par un grand pli de seconde phase dont elle représente le flanc inverse. La charnière de ce pli de seconde phase forme les larges affleurements liasiques proches de la vallée du Rhône, tout au NE du terrain. Elle est projetée sur la coupe en tenant compte toujours du plongement assez fort vers le NE indiqué par les petites structures.

- La partie la plus interne est surtout constituée par des schistes qui déterminent une succession de dépressions: Levron, Pas du Lin, Boveresse. Faute de niveaux repères, il est impossible de débrouiller la géométrie de détail de cette unité. Il y a juste l'étroite bande de Malm de Boveresse qui doit représenter un synclinal de première phase moins profond que les deux précédents. Il pourrait se faire que les affleurements dessinés comme la bande la plus interne de Lias siliceux en-dessous du Levron soient du Dogger: l'état d'écrasement de la roche ne permet pas de lever l'ambiguïté. Ce Dogger serait alors la réapparition de ce synclinal, réapparition due au chagement d'inclinaison des axes de plis.

Conclusions

Les grandes lignes de la géométrie étant connues, il est possible de reconstituer la disposition des assises au cours des diverses phases. En supprimant la deuxième phase apparaissent les plis de la première sous la forme de synclinaux très étroits à cœur de Malm séparés par des anticlinaux tout aussi étroits à cœur liasique pour les 3 premiers et à cœur de Trias pour le dernier (fig. 10). Tous ces plis peuvent être imaginés dans un style souple, sans solution de continuité. Le Lias de la bande des carrières est particulièrement épais parce qu'il représente les deux flancs d'un anticlinal.

Sur la rive droite du Rhône (MASSON 1980) les plis de première phase correspondent aux grands plis de l'Helvétique. Il n'est pas du tout impossible que nos plis de première phase en soient également l'homologue. Ils auraient été initialement plus ouverts et seraient devenus isoclinaux par la suite, suivant le mécanisme du cisaillement simple décrit par ESCHER (1976): dans ce cas, la première linéation devrait naître non pas au moment de la formation du pli, mais au moment de son cisaillement. Il n'y aurait plus de relation obligée

entre le pli et la linéation. Ceci pourrait conduire à faire intervenir une phase de déformation supplémentaire, celle du cisaillement. Les corrélations avec les déformations de la rive droite du Rhône deviennent douteuses.

Si on cherche la solution dans les mécanismes invoqués par AYRTON (1980) dans le synclinal Martigny-Chamonix, on arrive à une autre interrogation: pourquoi les plis de première phase ont-ils subi chez nous une déformation telle que cette linéation apparaît, ce qui n'est pas le cas au N du Rhône?

Reste encore une question sans réponse: si nos corrélations entre les petites structures du versant de la vallée de la Drance avec celle du versant rhodanien sont justes, pourquoi les axes des plis changent-ils pareillement, dessinant une culmination axiale accompagnée d'un changement de direction. Il est vrai que la région se situe au point où toutes les structures tournent, étant presque méridiennes plus au S, et devenant franchement SW-NE plus au N. La réponse à cette question sortira peut-être de considérations plus générales sur la courbure de la chaîne alpine.

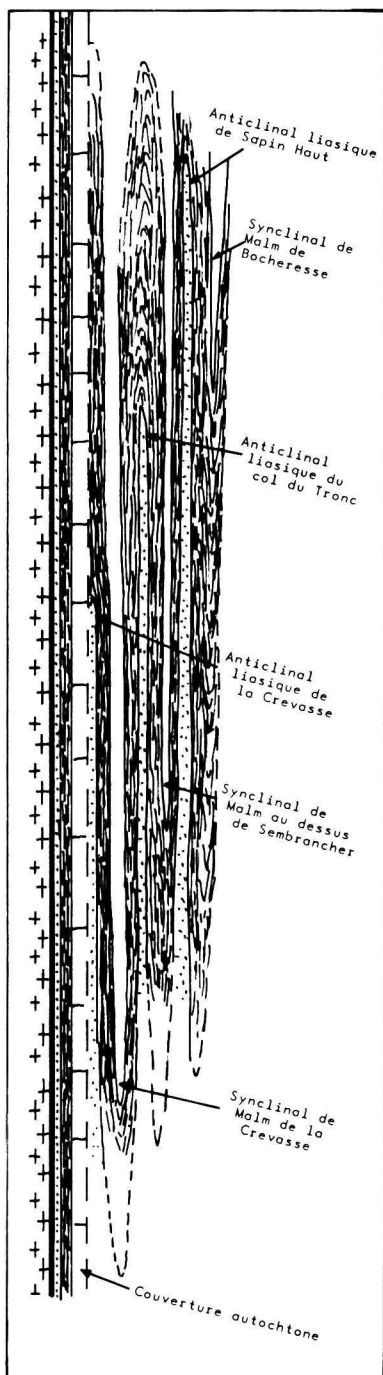


Fig. 10. Reconstitution des plis de la première phase.

Remerciements

Que tous ceux qui m'ont aidé de leurs critiques, conseils, suggestions trouvent ici l'expression de ma très profonde gratitude, tant il est vrai que l'on est si peu de chose sans l'amitié des autres: S. Ayrton, A. Escher, L. Jemlin et H. Masson.

Résumé

Les racines helvétiques sont affectées par trois plissements successifs:

- Au cours du premier plissement naissent des plis très isoclinaux. Au cœur des synclinaux, il y a toujours du Malm, assise la plus jeune de la région. Les anticlinaux sont liasiques pour les unités externes et triasique pour l'unité la plus interne.
- La deuxième phase de déformation voit la naissance de plis encore très isoclinaux plongeant vers le NE. Le clivage axial de ces plis peut devenir la structure dominante. Les plis de la première phase sont complètement déformés.
- Les plis de troisième phase ne sont connus que sous forme de petites structures de type kink bands ou concentriques très ouverts.

Bibliographie

- ANTOINE, P. et LANDRY, P. 1976. *Précisions nouvelles sur l'extension du domaine helvétique en Savoie, à l'arrière de l'axe cristallin Belledune-Mt Blanc*. Eclog. Geol. Helv. 69, 403-413.
- AYRTON, S. 1969. *Déformation des séries autochtones et helvétiques au SE du massif du Mt Blanc*. Eclog. Geol. Helv. 62, 95-104.
- 1980. *La géologie de la zone Martigny-Chamonix (versant suisse) et l'origine de la nappe de Morcles (un exemple de subduction continentale)*. Eclog. Geol. Helv. 71, 137-172.
- AYRTON, S. et BADOUX, H. 1966. *Note préliminaire sur la déformation des roches aux environs de Martigny*. Bull. Lab. Géol. Lausanne, 161, 1-9.
- BADOUX, H. 1963. *Les belemnites tronçonnées de Leytron (Valais)*. Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. 68, 235-239.
- 1965. *Déformation du Lias inférieur de la nappe du Wildhorn à Drône (Valais)*. Eclog. Geol. Helv. 58, 999-1001.
- 1970. *Les oolites déformées du Vêlar (massif de Morcles)*. Eclog. Geol. Helv. 63, 539-548.
- 1972. *Tectonique de la nappe de Morcles entre Rhône et Lizerne*. Mat. carte géol. Suisse (NS), 143.
- ESCHER, A. et WATTERSON, J. 1974. *Stretching fabrics, folds and crustal shortening*. Tectonophysics. 22, 223-231.
- GENOUD, M. 1978. *Le Mont Gond*. Travail de diplôme de Géologie, Lausanne, inédit.
- GRASMÜCK, K. 1961 *Die Helvetischen Sedimente am Nordöstrand des Mont-Blanc Massifs zwischen Sembrancher und dem Col Ferret*. Eclog. Geol. Helv. 54, 351-450.
- MASSON, H. BAUD, A. ESCHER, A. GABUS, J. et MARTHALER, M. 1980 *Compte-rendu de l'excursion de la société géologique suisse du 1^{er} au 3 octobre 1979: coupe Préalpes - Helvétique - Pennique en Suisse occidentale*. Eclog. Geol. Helv. 73, 331-349.
- PLESSMANN, W. et WUNDERLICH, H.G. 1961. *Eine Achsenkarte des inneren Westalpbogens*. Neu. Jahrb. Geol. Pal. Mh. 4. 199-210.
- STALDER, P. 1965. *La zone helvétique entre le col des Planches et Saxon (Valais)*. Travail de diplôme de Géologie, Zurich, inédit.
- TRÜMPY, R. 1952. *Sur les racines helvétiques et les «Schistes lustrés» entre le Rhône et la vallée de Bagnes (région de la Pierre Avoi)*. Eclog. Geol. Helv. 44, 338-347.